第41卷 增刊
1998年9月

昆虫学报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 41, Suppl.
Sept., 1998

小菜蛾对定虫隆抗性种群的选育及交互抗性研究*

吴青君** 朱国仁 赵建周***

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

张 兴 高希武

(西北农业大学, 杨陵 712100) (中国农业大学昆虫学系, 北京 100094)

摘要 用昆虫生长调节剂(insect growth regulator, 简称IGR)定虫隆(chlorfluazuron)对源自深圳田间的小菜蛾(SZ-S) *Plutella xylostella* (L.)在室内进行抗性种群选育, 经过8代饲养和6次药剂汰选, 获得抗性种群(CH-R), 与相对敏感种群SZ-S比较, 抗性指数(RI)为23.78倍。CH-R种群在去除选择压力条件下饲养5代, 抗性逐渐下降。抗性汰选前后分别测定了10种药剂的剂量-死亡毒力回归线, 发现CH-R抗性种群对三氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、辛硫磷、喹硫磷、灭多威、磺胺脲类衍生物-杀螨隆、微生物杀虫剂Bt和齐墩螨素无明显交互抗性, 抗性倍数为0.4~1.7; 对两种沙蚕毒素类杀虫剂杀螟丹和杀虫丹的敏感性却有所上升, 有负交互抗性趋势。活体增效剂试验表明, 增效醚(PBO)和三苯基磷酸酯(TPP)对定虫隆均有一定的增效活性, PBO的增效比最高为29倍, 能够完全抑制对定虫隆的抗性, 说明多功能氧化酶可能是主导抗性机制之一。

关键词 小菜蛾, 定虫隆, 抗性选育, 交互抗性, 抗性机制

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.)是十字花科蔬菜主要害虫, 也是抗药性最严重的害虫之一, 其交互抗性谱广、抗性水平高、发展速度快, 对十字花科蔬菜生产造成极大威胁[1]。被称为第三代农药的昆虫生长调节剂, 其中以苯甲酰基脲类(BPUs)杀虫剂的开发最为成功, 实际应用也最为广泛[2]。BPUs最早是由荷兰Philips-Duphar公司的科学工作者70年代在筛选除草剂中偶然发现的, 虽无除草活性, 却能够抑制昆虫表皮几丁质的合成, 造成昆虫变态受阻、不能蜕皮而死亡[3~4]。BPUs因对环境和天敌安全[5~7], 符合IPM的要求, 而受到人们的重视。使用初期, 对抗性小菜蛾也具良好的防治效果[8~11], 因其作用机制独特, 过去被认为是不容易产生抗性的杀虫剂。但由于不合理的使用, 在相当短的时间内, 小菜蛾对BPUs就产生了抗药性。例如我国台湾省于1987年引进BPUs类昆虫生长调节剂, 田间使用6个月后, 路竹地区的小菜蛾已对

* 国家"九五"攻关项目
** 现为中国农业大学应用化学系博士生
*** 现工作单位为中国农业科学院植物保护研究所

1997-11-25收稿, 1998-04-10收修改稿

伏虫隆（teflubenzuron）产生 31 倍抗性[12]，到 1988 年底抗性水平则高达 7621 倍[13]；马来西亚的某些种群对定虫隆和伏虫隆的抗性指数分别为 1 000 和 3 000 倍以上，因其抗性水平高，而被建议在当地停止使用该类杀虫剂[14]。此外，在日本[15]以及我国的深圳[16]、上海[17]和武汉[18]等地区的小菜蛾对 BPUs 均产生了不同程度的抗性。小菜蛾对 BPUs 的抗性发展速度之快、水平之高，是人们始料未及的。

本文以定虫隆对源自深圳的小菜蛾种群在室内进行抗性汰选，以探讨小菜蛾对定虫隆抗性形成规律，并对其抗性机制作了初步研究。旨在为保护和延长 BPUs 类杀虫剂的使用寿命和小菜蛾对 BPUs 抗性的治理提供理论基础。

1　材料与方法

1.1　供试昆虫

相对敏感种群（SZ-S）：于 1990 年采自深圳市，于室内连续饲养约 6 年，未经任何药剂汰选。抗性种群（CH-R）：用定虫隆对深圳种群汰选而得，与 SZ-S 种群相比，抗性指数为 23.78 倍。上海田间种群（SH-R）：1996 年 10 月采自上海市郊田间，与 SZ-S 种群相比，抗性指数为 9.16 倍。试虫的饲养：采用蛭石萝卜苗法[19]。

1.2　供试药剂及试剂

定虫隆（chlorfluazuron）抑太保 5%EC，日本石原产业株式会社；杀螨隆（diafenthiuron）宝路 50%WP，瑞士汽巴嘉基有限公司；齐墩螨素（abamectin）害极灭 1.8%EC，美国默沙东药厂；Bt 粉剂 15000 国际单位（IU）/mg，湖北 Bt 研究开发中心；三氟氯氰菊酯（cyhalothrin）功夫 2.5%EC，江苏扬州百灵农药厂；氯氰菊酯（cypermethrin）安绿宝 10%EC，美国 FMC 公司；辛硫磷（phoxim）50%EC，天津农药厂；喹硫磷（quinalphos）爱卡士 25%EC，瑞士山德士化工农药厂；灭多威（methomyl）万灵 24%AS，美国杜邦公司；杀虫丹≥95%原粉，江苏溧阳市化工厂；杀螟丹（cartap）97%原粉，日本曹达株式会社；氧化胡椒基丁醚（PBO）94%，日本住友化学公司；三苯基磷酸酯（TPP）98%，上海第一分析试剂厂。

1.3　抗性汰选

群体饲养的小菜蛾，当幼虫多数进入 3 龄时，根据上一代毒力测定结果，配制杀死种群 50%～70%的剂量，用手持喷雾器将药液均匀喷洒于菜苗上，需更换的新鲜萝卜苗也喷以相同浓度的药液，然后置于恒温养虫室内隔离饲养。每代进行一次毒力测定，以比较抗性增长倍数。若因选择压力较大，种群数量较少时，间隔一代再用药剂处理，以使种群保持较大数量，所以饲养代数与汰选代数不一致。在饲养 8 代中共汰选 6 次，抗性指数为 23.78 倍。

1.4　生物测定

采用叶片药膜法，用药剂的商品制剂稀释液浸甘蓝叶片 5 s，取出叶片在白纸上晾干（约 2 h）后，放入直径为 12 cm、高为 6 cm 的塑盒中，接小菜蛾 3 龄幼虫 10 头，每

处理重复3次。接虫至检查结果的时间因药剂的速效性不同而异，有机磷、氨基甲酸酯、菊酯类药剂为24 h，Bt制剂为48 h，杀螨隆和齐墩螨素为72 h，定虫隆为120 h，结果根据Finney机率值分析法，用计算机求出毒力回归方程、LC_{50}等值。

1.5 交互抗性测定

在抗性汰选前，测定一系列药剂的毒力基线值，待抗性选择完成后，再用这些药剂进行毒力测定（方法同1.4）。两次测定的LC_{50}值95%置信限不交叉时视为差异显著[20]。

1.6 增效试验

参照Cheng[13]方法，将增效剂（PBO或TPP）与定虫隆按5:1（有效成分）比例混配成母液，然后稀释到所需浓度，其它同生物测定。

2 结果与分析

2.1 抗性汰选和抗性回复

以定虫隆对小菜蛾进行群体汰选，饲养8代中，施药6次，表1显示出，小菜蛾对定虫隆的抗性发展具有先缓慢后迅速上升的特点。与毒力基线LC_{50}值0.32 mg/L比较，到第5代仅增长2.50倍，第6代出现突增，LC_{50}值上升到3.36 mg/L，抗性指数为10.50倍，F_7代施药浓度从F_1代的0.5 mg/L提高到4.0 mg/L，抗性指数也上升到22.94倍，F_8代LC_{50}值达7.61 mg/L，抗性指数为23.78倍，与F_7代基本持平。从F_8代停止药剂处理，饲养至F_{12}代，抗性指数下降到11.09倍，比F_7代降低51.66%，具明显的抗性衰退现象，表明小菜蛾对定虫隆的抗药性是不稳定的。

表1 小菜蛾对定虫隆抗性的汰选和抗性回复

Table 1 Resistance selection of *P. xylostella* by chlorfluazuron

世代 Generation	汰选浓度(mg/L) Concentration	毒力回归方程($Y = a + bX$) LD-p line	LC_{50}(mg/L)(95%置信限) (95%CL)	LC_{90} (mg/L)	抗性指数* Resistance Index
0	—	$6.12+2.23X$	0.32(0.17～0.57)	1.18	1.00
1	0.50	$5.75+1.86X$	0.39(0.26～0.59)	1.92	1.22
2	1.00	$5.69+0.38X$	0.51(0.35～0.74)	1.77	1.59
3	2.00	$5.02+1.80X$	0.97(0.59～1.60)	5.01	3.03
4	2.00	$5.01+1.82X$	0.99(0.62～1.59)	5.04	3.09
5	3.00	$4.91+1.77X$	1.12(0.69～1.83)	5.98	3.50
6	—	$3.43+2.98X$	3.36(2.51～4.50)	9.06	10.50
7	4.00	$3.97+1.19X$	7.34(3.68～14.71)	61.20	22.94
8	—	$3.70+1.40X$	7.61(3.76～15.41)	56.25	23.78
12	—	$4.27+1.32X$	3.55(2.15～5.84)	33.02	11.09

* 抗性指数（RI）＝汰选后LC_{50}值/汰选前LC_{50}值

2.2 交互抗性

定虫隆汰选前SZ-S和汰选后CH-R种群对三氟氯氰菊酯、辛硫磷、Bt和杀虫丹等

10种杀虫剂的敏感性测定结果见表2。以定虫隆汰选的CH-R种群，对所测试的菊酯类农药三氟氯氰菊酯（1.50×）和氯氰菊酯（1.48×），有机磷类的辛硫磷（0.43×）和喹硫磷（1.68×），氨基甲酸酯类的灭多威（1.00×），磺胺脲类衍生物-杀螨隆（0.90×），微生物制剂Bt（0.79×）和齐墩螨素（0.81×）没有交互抗性；SZ-S和CH-R种群对Bt和齐墩螨素的敏感性都很高，LC_{50}值均在1.0 mg/L以下，尤其对齐墩螨素的LC_{50}值在10^{-2}数量级；对两种沙蚕毒素类杀虫剂-杀螟丹（0.21×）和杀虫丹（0.23×）的敏感性却有上升，其值的95%置信限没有交叉，说明差异显著，可能存在负交互抗性，但有待于进一步的研究证实。

表2　定虫隆汰选的小菜蛾抗性种群对其它药剂的交互抗性

Table 2　Cross-resistance to other insecticides in chlorfluazuron-selected population of *P. xylostella*

药剂 Insecticides	种群 Population	毒力回归方程（$Y=a+bX$） LD-p line	LC_{50}(mg/L)(95%置信限) (95%CL)	CH-R/SZ-S *
定虫隆	SZ-S	6.12+2.23X	0.32(0.17~0.57)	23.78**
Chlorfluazuron	CH-R	3.70+1.48X	7.76(3.18~15.41)	
三氟氯氰菊酯	SZ-S	0.02+2.01X	303.48(162.29~567.47)	1.50
Cyhalothrin	CH-R	−0.77+2.32X	454.36(300.38~687.25)	
氯氰菊酯	SZ-S	−2.03+2.15X	1863.59(1071.26~3241.93)	1.48
Cypermethrin	CH-R	−2.99+2.32X	2749.27(1867.85~4046.63)	
辛硫磷	SZ-S	1.32+1.09X	2263.45(1259.41~4037.33)	0.43
Phoxim	CH-R	−2.13+2.38X	967.63(564.08~1659.89)	
喹硫磷	SZ-S	2.01+1.11X	487.84(271.00~878.19)	1.68
Quinalphos	CH-R	1.11+2.03X	820.68(518.71~1298.45)	
灭多威	SZ-S	0.17+2.13X	186.32(121.99~284.58)	1.00
Methomyl	CH-R	0.50+1.98X	187.10(120.41~290.74)	
杀螟丹	SZ-S	1.30+1.05X	3279.45(1530.33~7027.78)	0.21**
Cartap	CH-R	0.34+1.64X	693.70(359.18~1339.79)	
杀虫丹	SZ-S	0.72+1.14X	5481.53(2559.35~11740.14)	0.23**
	CH-R	−1.70+2.16X	1277.63(759.90~2148.48)	
杀螨隆	SZ-S	2.23+1.84X	32.10(19.70~52.31)	0.90
Diafenthiuron	CH-R	2.22+1.90X	29.01(18.52~45.74)	
Bt	SZ-S	5.07+1.95X	0.92(0.48~1.77)	0.79
	CH-R	5.28+1.89X	0.71(0.35~1.43)	
齐墩螨素	SZ-S	6.89+1.06X	0.016(0.008~0.030)	0.81
Abamectin	CH-R	7.86+1.51X	0.013(0.008~0.020)	

* CH-R/SZ-S=汰选后LC_{50}/汰选前LC_{50}；**表示差异显著

2.3　增效试验

两种增效剂对定虫隆的增效作用见表3。对于SZ-S种群，多功能氧化酶（MFO）

抑制剂增效醚（PBO）和羧酸酯酶抑制剂三苯基磷酸酯（TPP）对定虫隆不表现增效活性，而对于抗性指数分别为13.00和9.16的CH-R和SH-R种群增效作用明显，PBO对定虫隆的增效比分别为29.71和15.42倍，完全恢复对定虫隆的敏感性；TPP对定虫隆也表现一定的增效作用，增效倍数分别为2.87和2.74倍，初步判断多功能氧化酶和羧酸酯酶在抗性中均起一定的作用，但从增效比值来看，多功能氧化酶的作用要强于羧酸酯酶的作用。

表3 PBO和TPP的增效作用

Table 3 Synergism of PBO and TPP

种群 Population	处理 Treatment	毒力回归方程 ($Y = a + bX$) LD-p line	LC_{50}(mg/L)(95%置信限) (95%CL)	抗性指数(RI) Resistance Index	增效比* Synergism Ratio
SZ-S	Chlorfluazuron	$6.13 + 2.28X$	0.32(0.18～0.57)	1.00	1.00
	Chlorfluazuron + PBO	$6.02 + 2.08X$	0.33(0.21～0.51)	—	0.97
	Chlorfluazuron + TPP	$5.45 + 1.08X$	0.38(0.26～0.89)	—	0.84
CH-R	Chlorfluazuron	$3.61 + 2.24X$	4.16(2.85～10.41)	13.00	1.00
	Chlorfluazuron + PBO	$6.15 + 1.33X$	0.14(0.01～0.27)	—	29.71
	Chlorfluazuron + TPP	$4.81 + 1.17X$	1.45(0.49～2.27)	—	2.87
SH-R	Chlorfluazuron	$3.94 + 2.27X$	2.93(1.67～5.12)	9.16	1.00
	Chlorfluazuron + PBO	$6.21 + 1.69X$	0.19(0.09～0.40)	—	15.42
	Chlorfluazuron + TPP	$4.95 + 1.56X$	1.07(0.64～1.59)	—	2.74

* 增效比 = 单剂 LC_{50}/(单剂 + 增效剂)LC_{50}

3 讨论

3.1 小菜蛾抗性种群的选育

本实验用定虫隆对来自深圳的小菜蛾种群在室内进行抗性种群选育，饲养8代中汰选6次，即获抗性指数为23.78倍的抗性种群，其抗性发展速度和程度与预期结果一致。Fauziah[21]以定虫隆和伏虫隆对采自马来西亚田间的小菜蛾种群进行6次汰选后，抗性指数比汰选前增加17.6和67.9倍。Kuwahara[22]对采自泰国田间的小菜蛾种群用定虫隆进行抗性选育，用药6次后，抗性指数为48.4倍，第11代增至79.0倍。众所周知，对某种药剂曾经产生抗性但已恢复敏感的昆虫，若再用相同药剂汰选，将很快重新发展抗性，且速度更快。我国深圳菜区于1989年开始大量用定虫隆防治小菜蛾，因用药不当，到1990年小菜蛾即已产生15倍抗性[16]。将此种群小菜蛾采回于养虫室内饲养，虽6年未接触任何药剂，已恢复对定虫隆的敏感性，但种群仍具有对定虫隆抗性的基因存在，这可能是本研究中小菜蛾对定虫隆能够迅速产生抗性的主要原因。若对未接触过汰选药剂或与汰选药剂相关的化合物，或对汰选药剂不曾产生抗性的小菜蛾种群进行汰选，则抗性发展缓慢或很难形成抗性[12,23]。

在室内人为控制条件下，小菜蛾很快就对定虫隆产生抗性；在田间，小菜蛾对定虫隆和伏虫隆产生中等水平抗性，也仅5～6个月时间。说明在室内和田间条件下，小菜蛾极易被诱导产生抗性。

3.2 小菜蛾对 BPUs 抗性的稳定性

本研究中从 F_8 代开始停止用定虫隆处理，饲养至 F_{12}代，即停止用药 5 代后，抗性指数比 F_7 代下降 51.66％，具明显的抗性回复现象。Fauziah[21]汰选的小菜蛾抗伏虫隆种群，无选择压力饲养 9 代后，抗性指数下降 5～6 倍。Kuwahara[22]用定虫隆汰选的抗性指数为 79.0 倍的小菜蛾种群，停止用药 6 代后，对定虫隆的敏感性基本恢复到汰选前的水平。Cheng[13]报道，对伏虫隆和定虫隆分别产生 7 621 倍和 243 倍抗性水平的小菜蛾种群，室内饲养 17 代后，抗性指数下降到 6.5 和 3.1 倍。据此，利用小菜蛾对 BPUs 抗性的不稳定性，采用 BPUs 杀虫剂的暂时停用或间断使用，或与其它类别杀虫剂的合理轮用应当是延缓小菜蛾对 BPUs 抗性的发展行之有效的办法之一。

3.3 交互抗性

交互抗性是指昆虫对一种药剂产生抗性以后，对其它没有使用过的药剂也产生抗性的现象，了解不同杀虫剂之间交互抗性类型，对于利用化学防治策略延缓抗性的发展具有非常重要的实践意义。交互抗性的产生是由于相同的抗性机制引起的。MFO 在拟除虫菊酯、氨基甲酸酯和 BPUs 抗性中均起重要作用。许多研究证实，BPUs 与常规化学杀虫剂间无交互抗性[24～25]。本研究测定了定虫隆汰选的抗性种群对其它 11 种杀虫剂的敏感性变化情况，也得到类似的结果。抗性种群对 2 种菊酯类药剂、2 种有机磷类药剂、氨基甲酸酯类的灭多威、磺胺脲类衍生物-杀螨隆，微生物杀虫剂 Bt 和齐墩螨素均不表现交互抗性，这说明小菜蛾多功能氧化酶分子具有不同底物的专一性；对两种沙蚕毒素类杀虫剂杀螟丹和杀虫丹的敏感性却有所上升，初步认为可能存在负交互抗性，这有待于进一步的田间验证。根据这一结果，在小菜蛾 BPUs 抗性治理中可以轮换或交替使用无交互抗性或存在负交互抗性的新老品种，这一抗性治理策略在实践中已被证明是十分有效的途径。但需注意的是，对那些抗性害虫敏感度已降低的老品种，应慎重使用，因其田间实际防效并不高，继续使用，后果可能将是产生更高水平的抗性，对生产更不利。BPUs 杀虫剂良好的防治效果，以及高度的选择活性，非常适用于综合防治体系，因此对 BPUs 的抗性治理，保护和延长 BPUs 的使用年限具特殊重要意义。

参 考 文 献

1 赵建周，吴世昌，顾言真等．小菜蛾抗药性治理对策研究．中国农业科学，1996，(1)：9～14

2 杨新玲，陈馥衡．几丁质合成抑制剂进展．农药科学与管理，1994，(3)：14～19

3 Post L C, de Jong B, Vincent W R. 1-(2,6-Distitutedbenzoyl)-3-phenylurea insecticides inhibitors of chitin synthesis. Pestic.Biochem.& Physiol.，1974，4：473～483

4 Van Eck W H. Mode of two benzoylphenyl ureas as inhibitors of chitin synthesis in insects. Biochemistry，1979，295～300

5 Booth C M, Alder D C, Lee M L *et al*. Enviromental fate and properties of 1-(4-chlorophenyl)-3-2,6- difluorobenzoyl)urea (diflubenzuron)，DIMILIN. In：Wright J E eds.Chitin and Benzoylphenyl Ureas，1987，141～204

6 Granett J. Potential of benzoylphenyl ureas in integrated pest management. In：Wright J E eds. Chitin and Benzoylphenyl Ureas.1987，283～302

7 朱树勋，邹 丰．昆虫生长调节剂-卡死克对几种寄生天敌效应的研究．昆虫知识，1993，30（3）：166～170

8 Becker P. The potential use of CNE134 for the control of vegetable pests. In: Proceedings of International Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan. 1986, 257～263

9 Lim M Y, Khoo C K. The status and effectiveness of a chitin synthesis inhibitor IKI 7899 in the lowland and highland cabbages in Malaysia. In: Proceedings of International Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan. 1986

10 Sagenmueller A, Rose E. HOE 522 (CME 134), a new insect growth regulator for control of the diamondback moth. In: Proceedings of International Workshop on Diamondback Moth Management, Tainan, Taiwan, 1986, 271～278

11 吴世昌，沈晋良．小菜蛾对抑太保的抗性监测．城市蔬菜抗性害虫治理研讨会论文集，1992．33～35

12 Lin J G, Hung C F, Sun C N. Teflubenzuron resistance and microsomal monooxygenases in larvae of the diamondback moth. Pestic. Biochem. & Physiol., 1989, 35: 20～25

13 Cheng E Y, Kao C H, Chiu C S. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. X. IGR resistance and the possible management strategy. J. Agric. Res. China, 1990, 39: 208～220

14 Furlong M J, Wright D J. Examination of stability of resistance and cross-resistance patttems to acylurea insect growth regulators in field population of the diamondback moth *Plutella xylostella*, from Malaysia. Pestic. Sci., 1994, 42: 315～326

15 Suenaga A, Tanaka A, Murata M *et al*. Development of a chitin synthesis inhibitor resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) 2. The results of susceptibility tests. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu. 1992, 38: 129～131

16 王维专，陈伟平，卢叔勤等．广州、深圳地区小菜蛾对定虫隆、Bt的抗性监测．植物保护学报，1993，20（3）：273～276

17 赵建周，朱国仁，剧正理等．上海地区小菜蛾抗药性的动态监测及其应用．植物保护研究进展．北京：科学技术出版社，1995．353～357

18 朱树勋，司升云，吴世雄．武汉地区小菜蛾田间抗药性监测．植物保护，1995，27（2）：29～30

19 刘传秀，韩招久，李凤良等．应用蛭石萝卜苗法室内继代大量繁殖小菜蛾的研究．昆虫知识，1994，30（6）：341～343

20 Zhao J Z, Grafius E. Assessment of different bioassay techniques in monitoring the diamondback moth. J. Econ. Entomol., 1993, 86 (4): 995～1 000

21 Fauziah I, Wright D J. Cross-resistance between acylurea insect growth regulators in a strain of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) from Malaysia. Pestic. Sci., 1991, 33: 359～370

22 Kuwahara M, Kernmeesuke P, Sinchashi N. Present status of resistance of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. to insecticides in Thailand. Appl. Entomol. Zool., 1995, 30 (4): 557～566

23 Perng F S, Yao M C, Hung C F *et al*. Teflubenzuron resistance in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol., 1988, 81 (5): 1 277～1 282

24 Perng F S, Sun C N. Susceptibility of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistant to conventional insecticides to chitin synthesis inhibitors. J. Econ. Entomol., 1986, 80: 29～31

25 Fahmy A R, Sinchaisri N, Miyata T. Development of chlorfluazuron and pattern of cross-resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. J. Pestic. Sci., 1991, 16 (4): 665～672

RESISTANCE SELECTION OF *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.) BY CHLORFLUAZURON AND PATTERNS OF CROSS-RESISTANCE

Wu Qingjun　Zhu Guoren　Zhao Jianzhou
(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)
Zhang Xing
(Northwestern Agricultural University, Yangling 712100)
Gao Xiwu
(Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract　The resistance selection and patterns of cross-resistance of diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.), to chlorfluazuron, a benzoylphenylurea (BPU) insect growth regulator (IGR) that interferes with chitin synthesis, were investigated during 1995～1996. Laboratory selection of a Shenzhen strain (SZ-S) of DBM, having been reared in laboratory for 6 years since its collection in 1990, by chlorfluazuron for 6 generations resulted in 23.78-fold resistance to chlorfluazuron, and quick reversion to susceptibility was observed when the culture was kept without exposure to the chemical pressure. Cross-resistance to conventional insecticides——cyhalothrin, cypermethrin, phoxim, quinalphos, methomyl, microbial insecticide Bt, abamectin and diafenthiuron was not apparent. Negative cross-resistance was demonstrated to two nereistoxin derivatives, cartap (0.21) and shachongdan (0.23) .

The results of *in vivo* tests showed that addition of PBO or TPP had no effect on the toxicity of chlorfluazuron in the SZ-S strain, while PBO or TPP significantly increased the toxicity of chlorfluazuron in both SH-R and CH-R strains, with synergism ratios ranged from 15.42 to 29.71-fold and 2.74 to 2.87-fold based on comparison of LC_{50} and PBO restored the effectiveness of chlorfluazuron completely, indicating that MFO is the major resistance mechanism.

Key words　*Plutella xylostella*, chlorfluazuron, resistance selection, cross-resistance, resistance mechanism